**Aus der prothetischen Abteilung** (Leiter: Professor Dr. G r e v e)
**des Zahnärztlichen Instituts** (Direktor: Professor Dr. E u l e r)
**der Universität Breslau.**

# Untersuchungen über den Anwendungsbereich der Halbkronen

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnheilkunde

bei der Hohen Medizinischen Fakultät

der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

vorgelegt von

**Friedrich Frey**
Zahnarzt.

1939

Buchdruckerei Paul Plischke, Breslau 1

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Breslau

---

1. Referent: Prof. Dr. Greve
2. Referent: Prof. Dr. Euler
Dekan: Prof. Dr. Vogt

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

In der Zahnersatzkunde bildet die Verankerung von Brücken an pulpaintakten Frontzähnen immer noch ein nicht vollkommen gelöstes Problem. Die Schwierigkeiten, die sich bei der Lösung derartiger Aufgaben einstellen, ergeben sich daraus, daß die zur Anwendung gelangende Verankerungsart gleichzeitig sehr verschiedenen Anforderungen gerecht werden muß. Neben der festen Verbindung des Brückenkörpers mit den Pfeilern, sollen diese vor jeder Zerstörung geschützt bleiben, vor allem muß aber auch dem Aussehen Rechnung getragen und auf die unversehrte Erhaltung der Pulpa nach Möglichkeit Bedacht genommen werden. Die Brückenanker, die all diesen Ansprüchen gleichzeitig gerecht werden können, sind die Halb- bzw. Dreiviertelkronen. Daß auch durch sie das Problem noch nicht vollkommen gelöst ist, ergibt sich aber schon daraus, daß für die Präparation der Pfeiler immer wieder neue Modifikationen angegeben werden. Aber auch dadurch gewinnt die Teilkrone nicht an Raum, sondern allergrößtenteils kommt bei Frontzähnen die radikale Methode zur Anwendung, nämlich Abätzung der Pulpa und Anfertigung eines Stiftzahnes trotz der damit begünstigten apikalen Parodontitis mit ihren nachteiligen Folgeerscheinungen, darunter auch der gefürchteten Fokalinfektion. Bei Prämolaren wird die in vielen Fällen kosmetisch wenig vorteilhafte Vollkrone appliziert.

Es ist nun an etwa 120 extrahierten oberen und unteren Schneide- und Eckzähnen sowie Prämolaren untersucht worden, wie weit man bei Erzielung eines guten kosmetischen Effektes aber auch bei der für eine ausreichende mechanische Verankerung sowie Materialstärke notwendigen Beschleifung der Zähne der Pulpa nahe kommt und ob die zu Grunde gelegten Methoden von R a n k und E n g e l einen diesbezüglichen Unterschied ergeben. Dabei sind die Teilkronen in Metall angefertigt worden, um die Methoden auszuprobieren sowie Verankerung und Stabilität zu prüfen. Ferner sind verschiedene Modifikationen zum Vergleich herangezogen worden.

Die beiden Methoden, von denen ausgegangen ist, unterscheiden sich außer Kürzung der Schneidekante insofern, als

Rank unter sich parallele Approximalrillen parallel zur Achse des Zahnes anlegt, incisal und am Tuberculum ein Stiftchen versenkt, und die Halbkrone unter dem Zahnfleischrand bzw. an der Schmelzzementgrenze enden läßt, Engel nach incisal konvergierende, etwas konische Längsrillen parallel zum mittleren Drittel der Labialfläche der Zahnkrone schneidet, sie an der Schneidekante durch eine Querrille verbindet und die Dreiviertelkrone cervical an einer Schmelzstufe abschließen läßt. Bei unteren zweiten und oberen Prämolaren verlegt Rank nur in den buccalen Höcker ein Stiftchen, da der orale Höcker für sich schon Retention bietet, Engel legt eine Querrille in der Fissur an.

Bei den vorbereitenden Arbeiten, also bei Präparation der Zähne und Anfertigung der Teilkronen, haben sich bezüglich der Eignung der Zähne bzw. der Zahngruppen eine Reihe von Gesichtspunkten ergeben, die nicht unerwähnt bleiben können, da sie zum Teil erheblich von bestehenden Darstellungen abweichen.

Hier muß festgestellt werden, daß die Verhältnisse durchaus nicht so günstig liegen, wie es teilweise nach den Darlegungen in der Literatur in Verbindung mit plastischen oder schematischen Darstellungen erscheint. Teils liegt es an den Vergrößerungen vom 3—8 fachen, die sich zwar nicht umgehen lassen, wenn eine gute Anschauung vermittelt werden soll, die aber auf Normalmaße reduziert, die Unzulänglichkeit besonders hinsichtlich der Verankerung aufzeigen, teils sind die Größenverhältnisse von Zahn, Präparationsinstrument und Materialstärke der Halbkrone nicht konsequent berücksichtigt, teils werden selten günstige Formverhältnisse und die dabei möglichen Konstruktionen, die nur dabei evtl. mit Erfolg anwendbar sind, zu sehr verallgemeinert. Dies bezieht sich auf alle in Frage stehenden Zahngruppen, besonders aber auf Schneidezähne. Projiziert man z. B. den von Rank in seinem Buch dargestellten, beschliffenen Zahn und den mit der Halbkrone versehenen übereinander, so decken sich der palatinale Rand des beschliffenen Zahnes mit dem palatinalen Metallrand der Halbkrone, d. h. die Materialstärke, die 0,6 mm betragen soll, ist praktisch gleich Null. Daraus folgt aber: Wird der Zahn nur minimal beschliffen, ist es fraglich, ob sich das Metall in ausreichender Stärke unterbringen läßt, abgesehen davon, daß durch Aufmodellieren der Zahn plump wird und was bedenklich sein muß, die Verankerung mehr oder weniger im Schmelz liegt. Wird der Zahn andererseits mit Rücksicht auf genügende Metallstärke ausgiebig beschliffen, wird die Ver-

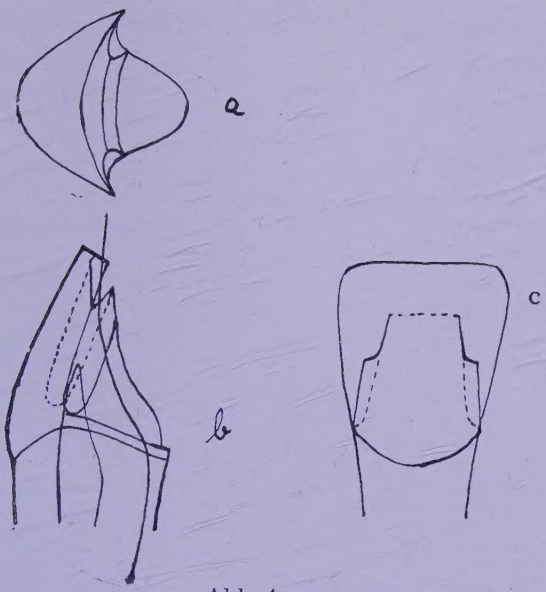


Abb. 1.

ankerungsmöglichkeit unzureichend. Beispiele dieser und anderer Art lassen sich beliebig vermehren.

Für die Anwendung der Teilkrone bei oberen, mittleren Schneidezähnen ist nun erste Bedingung, daß eine genügende Länge der Approximalrillen erreicht wird. Nach den Untersuchungen ist eine Mindestlänge von 4 mm erforderlich, um von einer Verankerung sprechen zu können. Ob diese Länge praktisch tatsächlich ausreicht, soll damit noch nicht entschieden sein. Dieses Maß ist nun nicht etwa durch die bloße Länge der Zahnkrone gegeben, sondern dafür ist außer einer entsprechenden Höhe der Krone von der Schmelzzementgrenze aus und zwar von der approximalen gerechnet gleichzeitig auch eine genügende Stärke der Schneidekante notwendig. Hier besteht nämlich bei den tatsächlichen Form- und Größenverhältnissen von Zähnen und angewandten Instrumenten unter Berücksichtigung der Materialstärke ein Abhängigkeitsverhältnis insofern, als bei schwacher Schneidekante, also bei flachen oder schaufelförmigen Zähnen die palatinalen Rillenwände, auf die es gerade ankommt, zu kurz werden und auch kein incisales Stiftchen, ebenso wenig eine Querrille möglich ist, die mechanische Verankerung also immer mangelhaft bleibt. Die Präparation sieht in solchen Fällen so aus wie Abb. 1 b und c erläutert.

Eine geringe Verkürzung dieser Art wird man oft auch bei geeigneten Zähnen einkalkulieren müssen. Umgekehrt werden bei starker Schneidekante die Rillen nach incisal lang genug und gleichzeitig ist dabei immer eine Querrille bzw. ein Stiftchen anzubringen, so daß die Verankerung wesentlich sicherer ist. Die Stärke der Kaukante muß aber mehr durch kompakte Zahnform gegeben sein, als durch übermäßige Abkauung, denn durch letztere sind die Zahnkronen meist so stark gekürzt, daß kaum die notwendige Länge der Rillen zu erreichen ist. Weiter ist zu beachten, daß die Schmelzzementgrenze approximal nicht zu weit nach incisal ausbiegt, denn sonst bleiben die Rillen wiederum zu kurz. Bei den oberen mittleren Schneidezähnen liegen die Dinge praktisch leider so, daß von dem von Karies verschonten Teil noch der größte Prozentsatz ausfällt, da der Durchschnitt dieser Zähne, den Anforderungen, die gleichzeitig an Größe und Form gestellt werden müssen, nicht entspricht. In der Hauptsache geht es nämlich um die seitlichen Rillen, die ja im wesentlichen die Verankerung gewährleisten. Obere mittlere Schneidezähne haben meist keine Approximalflächen, die mehr oder weniger plan sind, wie es bei Darstellung in orovestibularen Längsschnitten erscheint, aber fast nur für einen Teil unterer Schneide- und Eckzähne zutrifft, die einen für Präparation und Verankerung günstigeren Querschnitt haben, sondern sie haben bei einem etwa dreieckigem Querschnitt proximal eine mehr oder weniger gekrümmte Fläche, die nach incisal in eine Kante ausläuft, Diese Fläche bzw. Kante kann nun in orovestibularer Ansicht in Richtung der Achse des Zahnes verlaufen oder zu dieser geneigt sein. Danach muß sich auch annähernd der Verlauf der Rillen richten, damit die größtmöglichste Länge — das ist meist gerade das Mindestmaß oder nur wenig darüber — erzielt wird. Bei einem Teil werden also die Rillen mit der Achse des Zahnes parallel laufen müssen, weil es die Krümmung der Proximalfläche nicht anders zuläßt, d. h. die Proximalkante ist sehr schmal oder die Zahnkrone konvergiert nach buccocervical sehr stark, worauf auch K l u g h a r d t hinweist. Andererseits wird bei proximal geschwungenerer Schmelzzementgrenze die ausreichende Länge der Rillen nur durch Anlegen derselben schräg zur Achse erreicht werden können. Dazu, also für die Präparation nach E n g e l, B r e k h u s, T i n k e r ist aber Voraussetzung, daß die Zahnkrone nach buccocervical nicht konvergiert, wie das häufig der Fall ist, sondern gerade an der Stelle, wo die Rillen enden sollen, annähernd der breiteste Durchmesser des Zahnhalses in mesio-distaler Richtung liegen

muß. Teilweise werden axioparallele und parallel zur Labialfläche laufende Rillen keinen Unterschied in der Länge zeigen. Auf keinen Fall hat die Ansicht, daß parallel zur Labialfläche angelegte Rillen länger werden als parallel zur Achse angelegte, Allgemeingültigkeit. Wenn überhaupt eine beachtenswerte Anzahl von oberen, mittleren Schneidezähnen für Teilkronen in Frage kommt, wird sich also die Präparation nach den innerhalb der engen Grenzen doch noch bestehenden Formverschiedenheiten richten müssen, d. h. es wird die eine oder andere Präparation oder gar eine Kombinierung das gegebene sein. Besonders zu beachten ist auch die Lage der Rillen von approximal gesehen. Zweckmäßig ist es, letztere möglichst weit nach labial zu verlegen und damit die größte Länge herauszuarbeiten. Wenn aber, um ein kosmetisch gutes Resultat zu erzielen, nicht zu weit über den Kontaktpunkt hinausgegangen werden soll, bekommen die Rillen meist nicht die vermeintliche Länge. Unterzieht man die Darstellung Engels (Abb. 1) in der Proximalansicht einer Nachprüfung, so ist sogar der Grenzpunkt, der unter Umständen labial vom Kontaktpunkt liegt, bereits überschritten. Engel weist selbst auf die Krümmung der Labialfläche bezw. der Schneidekante in mesiodistaler Richtung hin. Aus der Gegenüberstellung seiner Zeichnungen geht aber hervor, daß Quer- und Längsrillen in mesio-distaler Richtung nicht in derselben Ebene liegen — unter anderem bilden untere Eckzähne z. T. Ausnahmen — sondern weiter oral hinkommen wie Abb. 1 b zeigt, damit aber auch bedenklich kürzer werden. Es ist dabei gleichgültig, ob die Krümmung der Labialfläche relativ gleichmäßig ist oder sich mehr an der mesialen bezw. distalen Kante auswirkt, dafür aber umso ausgeprägter, d. h. mit einem kleineren Krümmungsradius. In einer Darstellung Engels im Grund und Aufrißverfahren, in der dieser Unterschied nicht zutage tritt, ist diese Krümmung auch nicht berücksichtigt. Parallel zur Achse angelegte Rillen werden auf keinen Fall länger.

Mit der Feststellung dieser Tatsache erfährt die Anwendungsmöglichkeit der Teilkrone entgegen den Darstellungen Engels eine erhebliche Einschränkung, die sich nicht nur auf obere mittlere Schneidezähne, sondern vor allem auf obere seitliche und untere, aber auch auf Eckzähne, besonders obere erstreckt.

Erklärlich ist nach dem Gesagten auch, daß man die Rillen meist bis an die Schmelzzementgrenze heranführen muß und kaum eine Schmelzstufe stehen lassen kann, wenigstens nicht proximal, denn das Haupterfordernis bleibt genügende Länge

der Rillen. Auch die Stärke der Bohrer, die zum Schneiden der Rillen verwendet werden, wirken sich auf die Länge der Rillen bezw. deren palatinale Wände aus, sodaß es nicht gleichgültig ist, wie ein Vergleich mit Abb. 1 erläutert, ob man 1 mm (E n g e l) oder 1,3 mm (R a n k) starke Bohrer wählt, ob zylindrisch oder konisch ist weniger von Belang, es kommt nur die Stärke am incisalen Ende an, das heißt, je stärker der Bohrer desto kürzer die Palatinalwand. Ebenso ist die Abtragung, die auf der palatinalen Seite des Zahnes vorgenommen wird, nicht belanglos. Gewöhnlich darf nicht mehr als die Schmelzschicht abgenommen werden, obwohl sie oft nicht ganz 0,6 mm beträgt, damit der zur Verankerung bleibende Dentinkern nicht zu flach und dadurch wiederum die Rillen zu kurz und Querrille sowie incisales Stiftchen in Frage gestellt werden.

Sind nun die Voraussetzungen für genügende Länge der Approximalrillen erfüllt, dann sind auch die Bedingungen sowohl für das incisale Stiftchen als auch für die Querrille gegeben. Hier muß gesagt werden, daß für beide Arten, für ein 0,6 mm starkes Stiftchen 1 mm lang sowie für eine Querrille 1 mm tief und breit eine in orovestibularer Richtung gleichstarke Schneidekante erforderlich ist, wenn eine einwandfreie Verankerung im Dentin und nicht im Schmelz, der etwa noch dünn geschliffen ist, erfolgen soll. Die Feststellung R a n k's, daß bei Eck- und Schneidezähnen kein Platz für eine Querrille wäre, wohl aber für ein Stiftchen, trifft nicht zu. Ein ungefährer Anhaltspunkt ist der, daß die Schneidekante bereits vor Kürzung eine Stärke haben muß, bei der sich schon eine Querrille präparieren läßt, ohne den Schmelz labial zu dünn zu schleifen, denn nach Kürzung und Abschleifen der Palatinalseite kann die Kante kaum breiter sein als vorher. Diesen Verhältnissen werden aber nur wenige Schneidezähne gerecht. Wollte man die Stärke durch geringeres Abtragen palatinal erzielen, wie E n g e l vorschlägt, würde die Verankerung zum Teil im Schmelz liegen, was bei Brücken wohl nicht ohne weiteres zulässig ist, außerdem würde die Unterbringung des Metalls in genügender Stärke Schwierigkeiten machen. Nochmals auf das in Abb. 1 dargestellte Abhängigkeitsverhältnis hinweisend folgt also, daß die Anwendung der Halb- bezw. Dreiviertelkrone nicht nur wie E n g e l sagt, bei „übermäßig gracilen Schneidezähnen" contraindiziert ist, sondern auch schon bei „weniger kompakten" oder „gracileren" Zähnen, die etwa dem Durchschnitt entsprechen, bedenklich sein muß.

Wenn nun für flachere Zähne von K i r s t e n eine Modifikation angegeben wird, nach der die Querrille weiter cervical

Abb. 2.

angelegt wird, so ist festzustellen, daß diese sofort ein beachtliches Stück dem Zahnhals näher kommt, falls die orale Wand Retention bieten soll. Dasselbe gilt dementsprechend vom R a n k'schen Stiftchen. In Verbindung mit den in solchen Fällen gleichzeitig zu kurzen Längsrillen kann die Verankerung nur mangelhaft sein, abgesehen davon, daß die Pulpa höchstwahrscheinlich erreicht wird. Auch die Modifikation von A. L o o s ist kaum anwendbar (Abb. 2). Durch diese Art soll zwar auf die bei stark abgekauten Zähnen eher gefährdete Pulpa Rücksicht genommen werden, es ist aber nicht der Umstand bedacht, daß bei solchen Zähnen die seitlichen Rillen zu kurz ausfallen, größtenteils auch bei Eckzähnen. Die sogenannte 4/5 Krone ohne oder mit weit nach labial verlegten Rillen bietet zwar den anderen Teilkronen gegenüber vielleicht den Vorteil, daß die Verankerung besser ist und die Pulpa am meisten geschont wird, sie ist aber vom kosmetischen Standpunkt nicht annehmbar, da durch das Parallelschleifen der Proximalflächen die Kontur des Zahnes verloren geht und andererseits zu viel Metall sichtbar wird. Aus diesen Gründen ist man neben anderen auch von der Fensterkrone abgekommen.

Sollen nun die topographisch-anatomischen Verhältnisse von Halb- bezw. Dreiviertelkrone zur Pulpa auseinandergesetzt werden, so sind vorerst die wichtigsten anatomischen Beziehungen von Pulpa zur Zahnoberfläche im Kronenabschnitt aufzuzeigen. „Die bloße Konstatierung, daß die Pulpa ein verkleinertes Abbild der Zahnoberfläche darstellt, genügt dem Praktiker nicht, da diese Regel bedeutenden Abweichungen unterworfen ist. Sie gilt nur in großen Zügen." (R. L o o s). Die Abweichungen sind dadurch bedingt, daß die Pulpa im allgemeinen nur wenig von einer unkomplizierten Durchschnittsform abweicht, der Zahn dagegen hauptsächlich im Kronenteil stark konturiert ist und die mannigfaltigsten Formschwankungen aufweist. Die daraus resultierenden Unterschiede in der Stärke

der Zahnsubstanzwände sind mit Rücksicht auf die Vitalerhaltung der Pulpa nicht nur bei der Kavitäten- oder Band- und Stufenkronenpräparation, sondern auch bei Präparation von Teilkronen zu beachten.

Bei den oberen mittleren Schneidezähnen sind die Verhältnisse folgende. Die Entfernung von der Schneidekante zum Pulpakamm ist beachtlich groß, letzterer liegt etwa in der Mitte von Schneidekante und approximaler Schmelzzementgrenze. Der relativ kürzeste Weg zur Pulpa geht von der palatinalen Konkavität aus. Die dem Tuberkulum entsprechende Ausbuchtung der Pulpa liegt mehr apical, sodaß am Tuberkulum eine beträchtliche Substanzstärke vorhanden ist. Die Schaufelform geht fast nur auf Kosten der Hartsubstanz, d. h. die Pulpa liegt palatinal besonders nahe der Oberfläche. Im mesiodistalen Schnitt kommen die Pulpenhörner den Proximalseiten am nächsten. Hier macht die Pulpa mehr als ein Drittel der entsprechenden Zahnbreite aus. In Höhe der proximalen Schmelzzementgrenze dagegen hat die Pulpa knapp ⅓ der korrespondierenden Breite.

Über die topographisch-anatomischen Beziehungen von Halb- bezw. Dreiviertelkrone zur Pulpa bei oberen mittleren Schneidezähnen hat E n g e l bereits Untersuchungen angestellt und folgende Resultate gefunden (Abb. 3). Die incisale Querrille behält immer ausreichenden Abstand von der Pulpa, denn die Entfernung des Pulpakammes von der Schneide schwankt zwischen 2,5—5 mm, Durchschnitt ist 4,2 mm, sodaß nach Kürzung der Schneide um 1 mm und Anlegen der 1 mm tiefen Querrille immerhin ein Abstand von 0,5 mm, im Durchschnitt 2,2 mm, von der Pulpa vorhanden ist. Ebenso gering ist die Gefahr, die Pulpa von palatinal zu eröffnen, wenn eine Schicht von 0,5 mm abgetragen wird, da die verbleibende Dentinschicht etwa 0,7 mm Stärke hat. Auch die Proximalrillen, die am nächsten den seitlichen Pulpadivertikeln kommen, behalten noch einen Abstand und zwar einen räumlichen von 1,1 mm mesial und 1,5 mm distal.

Nun hat aber E n g e l seine Berechnungen an den photographisch wiedergegebenen buccopalatinalen bezw. mesiodistalen Längsschnitten aus der Arbeit von R. L o o s ausgeführt. Dazu ist zu sagen, daß nach den im Rahmen vorliegender Arbeit vorgenommenen Präparationen der größte Teil der Incisivi in der L o o s'schen Arbeit für Halbkronen ungeeignet sein dürfte. Bei wenig abgekauten und flacheren Zähnen ist keine Querrille möglich, die Approximalrillen haben nur scheinbar genügende Länge, bei abgekauten Zähnen ist eine Querrille

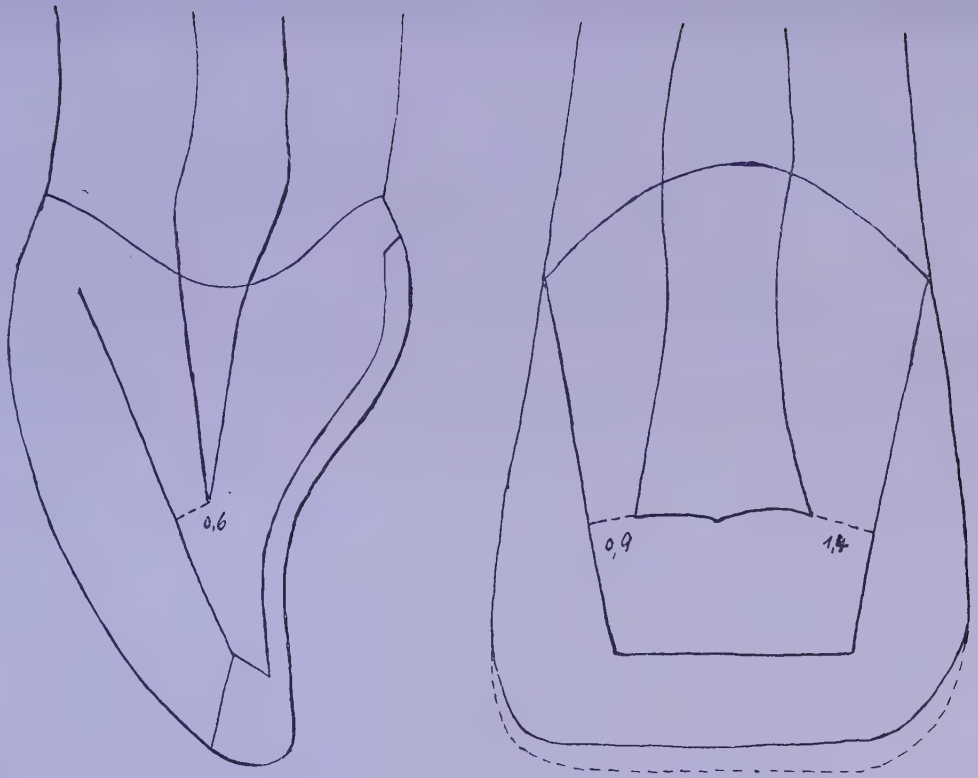


Abb. 3.

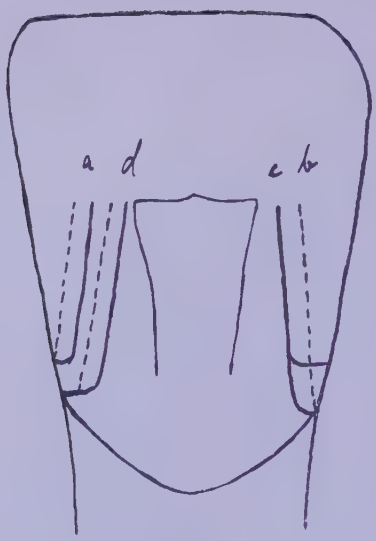


Abb. 4.

ohne weiteres anzubringen, die seitlichen Rillen bleiben aber zu kurz. Es sei hier nochmals auf die in Abb. 1 klargelegten Verhältnisse hingewiesen. Ob der berechnete Durchschnittszahn in den Maßen ausreichen kann, scheint sehr unsicher. Möglich ist, daß es für eine Einzelhalbkrone, wie sie als Füllung bezw. modifiziertes Inlay vorgeschlagen wird oder als zusätzliche Abstützung eines genügend entlasteten Anhängers, genügt, für eine Teilkrone als Brückenanker ist er zweifellos unzureichend, wenn man bedenkt, daß Engel bei Brücken eine Materialstärke bis zu 1 mm Platingold für erforderlich ansieht. Ferner sind die Darstellungen über die Beziehungen der seitlichen Rillen zur Pulpa einer Prüfung zu unterziehen. Für das Anlegen der Rillen bestehen folgende Möglichkeiten. Die Halbkrone endet proximal über der Schmelzzementgrenze oder an derselben ohne Stufe (Abb. 4 a und c), sie schließt an einer cervicalen Schmelz- oder Dentinstufe ab (Abb. 4 b und d). Dazu kommt noch die Präparation der Rillen. Wie aus der Darstellung hervorgeht, können sich Präparation b und c decken. Es sind aber außerdem alle Übergänge möglich, je nach der Größe des Winkels, den die Schmelzoberfläche approximal-cervical mit der Achse des Zahnes bildet. Die in Abb. 3 wiedergegebenen Berechnungen Engels sind nach Präparation 4 a orientiert, d. h. also nach den günstigsten Verhältnissen. Außerdem

ist noch eine räumliche Entfernung der Tiefenlinien angegeben. Dazu ist zu sagen, daß dieser räumliche Abstand praktisch gar nicht in Erscheinung treten kann, wie auch ein Vergleich mit Abb. 1 zeigt. Man kann nicht damit rechnen, auch wenn das cervicale Ende der Rille weit nach buccal kommt, daß die Rille in Höhe der Pulpadivertikel labial an letzteren vorbeigeht, vielmehr nähert man sich den Divertikeln auf dem kürzesten Wege.

Wie weiter oben schon festgelegt, muß die Teilkrone gewöhnlich wegen der Länge der Proximalrillen bis an die Schmelzzementgrenze präpariert werden. Eine Stufe in das Dentin zu schleifen wird kaum möglich sein, jedenfalls nicht bei oberen mittleren Schneidezähnen, da sowohl der Verankerungskern zu klein werden als auch die Pulpa sicher gefährdet sein würde. Es wird sich also im allgemeinen um die Präparation 4 c handeln. Die Materialstärke approximal muß dann durch Aufmodellieren erzielt werden. Danach kommen aber die Tiefenlinien um 0,5 mm näher an die Pulpa, sodaß vom mesialen Pulpahorn nur ein Abstand von 0,3 mm und vom distalen ein solcher von 0,7 mm besteht. Hier soll bemerkt werden, daß eine Entfernung von 0,5 mm, rein topographisch betrachtet, recht beachtlich erscheint. Ob allerdings bei dieser Näherung an die Pulpa, wenn auch nur punktförmig, durch thermische und mechanische Reize beim Beschleifen oder die chemischen des Zementes bezw. der Säuren Schädigungen verursacht werden können, die die Vitalität der Pulpa gefährden, kann damit nicht entschieden sein. Die Wahrscheinlichkeit, zumindest das mesiale Pulpahorn zu erreichen, besteht also bei unvorsichtiger Präparation oder bei Ausdehnung der Pulpa in mesiodistaler Richtung bezw. incisaler Richtung über den Durchschnitt. Die Präparationsart, nach der die Proximalrillen nach cervical seicht auslaufen, ist nicht berücksichtigt, da ihr Verankerungswert recht fraglich erscheint und gerade in der kritischen Höhe der Divertikel kaum nennenswerte Unterschiede zeigen kann.

Bei der Präparation nach R a n k liegen die Verhältnisse so, daß das incisale Stiftchen zwar nicht in der Breite wie die Querrille dem Pulpakamm nahekommt aber doch punktförmig auf die gleiche Entfernung. Von Bedeutung ist nun die Frage, ob ein wesentlicher Unterschied in der Näherung an die Pulpadivertikel durch die Proximalrillen nach R a n k'scher oder E n g e l'scher Präparation besteht oder nicht. Theoretisch ist der Unterschied, wenn man eine räumliche Entfernung wie gesagt ausschließt und die R a n k'schen Rillen mit 0,7 mm Tiefe am Zahnhals anfangen, gleich Null. Wenn aber die Proximal-

rillen am Zahnhals an der gleichen Stelle mit gleicher Tiefe ansetzen, ist es klar, daß die Pulpahörner bei in mesio-distaler Ebene parallel zur Achse verlaufenden Rillen weniger gefährdet sind als bei konvergierenden. Nebenbei soll bemerkt werden, daß nur eine Verletzung der seitlichen Divertikel in Betracht zu ziehen ist, denn die Substanzwände approximal-cervical haben eine Stärke von mindestens 2 mm, sodaß bei 0,7 mm Rillentiefe ein beachtlicher Abstand bleibt.

Nun ist folgendes zu sagen. Bei den ausgeführten Präparationen hat sich herausgestellt, daß eine Tiefe der Rillen von 0,7 mm am cervicalen Ende, wie teilweise gefordert wird, tatsächlich für eine ausreichende Verankerung notwendig ist. Ferner dürfte es einerseits praktisch äußerst schwierig sein, die Rillen unter sich absolut parallel zu schneiden, andererseits darf die Konvergenz bei den geringen Dimensionen aus Gründen der Statik nur gerade eben angedeutet sein, wenn ein Heraushebeln der Halbkrone vermieden werden soll. Nach der daraus resultierenden Präparation ist mit einem durchschnittlichen Abstand vom mesialen Pulpahorn von etwa 0,4 mm und vom distalen etwa 0,8 mm zu rechnen, d. h. theoretisch, denn, wie schon weiter oben begründet, können die in Abb. 3 wiedergegebenen Verhältnisse kaum als Grundlage dienen, zumal die darin erscheinende Durchschnittslänge der Proximalrillen von 6,5 mm so gut wie überhaupt nicht erreicht wird. In strittigen Fällen wird es zweckmäßig sein, die mesiale Rille in mesio-distaler Ebene möglichst absolut parallel zur Zahnachse zu ziehen und die distale dazu konvergierend, d. h. eine asymmetrische oder anatomische Präparation anzuwenden. Die Richtung in orovestibularer Ebene ist gleichgültig, nur muß sie für beide Rilien die gleiche sein. Auch hier besteht die Möglichkeit, da die absolute Parallelität nicht leicht zu erreichen ist, wie E n g e l vorschlägt, durch leichte konische Fissurenbohrer, bezw. Finnierer minimale Fehler in der Parallelität zu kompensieren.

Die im Rahmen vorliegender Arbeit unter den angegebenen Gesichtspunkten durchgeführten Untersuchungen geben folgendes Bild:

Wenn geeignete obere mittlere Schneidezähne sich in Form und Größe nur wenig vom Durchschnitt unterscheiden, so ist das nur scheinbar der Fall. Bei genauerer Betrachtung ist festzustellen, daß die Zähne bezw. Zahnkronen trotz mittlerer Abkauung mindestens noch Durchschnittsgröße haben, daß es sich also um ursprünglich relativ große Exemplare handelt. Ferner haben die Zähne an sich schon kompaktere oder meißelartige

Form, die durch Abkauung noch relativ massiver wird. Bei flacheren oder schaufelförmigen Zähnen würde die kräftige Form erst durch übermäßige Abkauung bezw. Kürzung der Krone zustande kommen, sodaß die Anwendung der Halbkrone nicht mehr möglich ist. In einem bucco-palatinalen Längsschnitt sind wirklich brauchbare obere mittlere Schneidezähne kaum von kräftigen Eckzähnen zu unterscheiden, sie bilden eine Art Übergang zu letzteren.

Bezüglich der Gefährdung der Pulpa liegen die Verhältnisse praktisch relativ günstiger, als es nach den obigen Darlegungen zu erwarten wäre, allerdings mit der Einschränkung, das muß ausdrücklich betont werden, daß dies auf Grund der Größen- und Formverhältnisse nur für einen bedeutend geringeren Prozentsatz von oberen mittleren Incisivi Geltung hat, als von verschiedenen Autoren angegeben wird. Die günstigeren Bedingungen erklären sich damit, daß die Berechnungen an Zähnen gemacht worden sind, deren Pulpen eine relativ normale Ausdehnung haben, die Sekundärdentinbildung dabei weniger in ihrer ganzen Bedeutung berücksichtigt ist. Die untersuchten Zähne weisen nämlich in der Mehrzahl eine ganz erhebliche Anlagerung von Reizdentin auf, die alle Grade von mäßigem aber entscheidendem Ansatz in der Pulpaspitze bis zu fast völliger Obliteration der Pulpa zeigt. Im Durchschnitt reicht die Pulpa bis zur proximalen Schmelzzementgrenze. Bei diesen Zähnen würde nun bei der immerhin merklichen Abkauung, genaue Präparation vorausgesetzt, die Pulpa teilweise sogar an der Spitze sowohl durch die Querrille als auch durch das Stiftchen erreicht sein, wenn kein Ersatzdentin vorhanden wäre. Praktisch kann man nämlich nur damit rechnen, daß man sich auf dem kürzesten Wege dem Pulpakamm nähert und kaum buccal, jedenfalls nicht bei oberen mittleren Schneidezähnen, noch weniger palatinal an ihr vorbeikommt. Ebenso können die seitlichen Pulpahörner bei Ausdehnung der Pulpa über den Durchschnitt mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit erreicht werden.

Die bezüglich der Ausdehnung bezw. Retraktion der Pulpa bestehende Schwankungsbreite, wie sie bei den untersuchten Incisivi zutage tritt, macht es unmöglich, ein Durchschnittsbild zu geben, das als einigermaßen sicherer Anhaltspunkt dienen könnte. Schon R. Loos sagt in seiner Arbeit über die Topographie der Pulpahöhle bei oberen mittleren Schneidezähnen, daß, „durch die verhältnismäßig rasche Abnützung der Schneide und damit einhergehenden Bildung von sekundärem Dentin die

Verhältnisse so kompliziert werden, daß es unmöglich ist, ein einheitliches Bild zu bekommen." Das gilt in gleicher Weise für die topographischen Beziehungen der Teilkrone zur Pulpa. Es wird sich also praktisch nicht umgehen lassen, sich von der Ausdehnung der Pulpa durch Röntgenbild sicherheitshalber zu unterrichten. In der Mehrzahl der Fälle wird man, nach der auf Grund der Untersuchungen gefundenen empirischen Feststellung eine beachtliche, zumindest ausreichende Retraktion der Pulpa vorfinden. Die Gefährdung der letzteren wird also meist keine Einschränkung für die Indikationsstellung sein. Bedenken können sich vielleicht bei Zähnen jüngerer Patienten einstellen, wo die Sekundärdentinbildung zu gering ist oder fehlt. Die Teilkrone wird aber schon wegen zu geringer Abkauung kaum in Frage kommen.

Die bei den präparierten Schneidezähnen gefundenen Maße unter Berücksichtigung der Reizdentinbildung sind folgende. Die Abstände von der Tiefe der Querrille bezw. des Stiftchenkanals bis zur Pulpa schwanken zwischen 0.8 und 6,5 mm bezw. 0.8 und 3,4 mm, also eine enorme Schwankungsbreite. Der Durchschnitt beträgt 3,6 bezw. 1.8 mm. Dabei ist die merkliche Differenz zwischen den nach Engel'scher und den nach Rank'scher Methode bearbeiteten Zähnen allein auf die Unterschiede der Abkauung bezw. Ersatzdentinbildung zurückzuführen, keinesfalls auf die Methoden. Die Gesamtauswertung ergibt eine Spanne von 0.8 bis 6.5 mm mit einem Mittel von 2.7 mm. Also auch die kleinste Entfernung ist noch recht beachtlich. Nicht so günstig liegen die Verhältnisse bei den Proximalrillen. Unter den angeführten Maßen sind nun größtenteils nicht die Abstände von Längsrille zu Divertikel zu verstehen, sondern die kürzeste Entfernung der Längsrillen von dem mehr oder weniger verkleinerten Pulpakavum, soweit es noch in den Kronenteil reicht. Die mesialen Abstände betragen 0.2—0.7 mm, durchschnittlich 0.45 mm, die distalen 0,4—1.1 bezw. 0.8 mm. Besondere Vorsicht ist also bei der Präparation der mesialen Rille geboten und evtl. die oben erwähnte anatomische Präparation vorzunehmen.

Als letztes ist noch das Stiftchen am Tuberkulum zu besprechen. Bei der an der entsprechenden Stelle vorhandenen Substanzstärke ist nach Abschleifen des Schmelzes und selbst bei Anlegen einer minimalen Stufe im Dentin eine Eröffnung der Pulpa bei 0.6 mm Stärke und 1 bis 1,2 mm Länge des Stiftchens im allgemeinen so gut wie ausgeschlossen, auch wenn letzteres die Richtung von zur Labialfläche parallelen Rillen hat.

Von Interesse ist nun, nachzuprüfen, wie sich die verschiedenen Modifikationen zur Pulpa verhalten. Durch die Modifikation von Kirsten, wonach die Querrille mehr palatinal und cervical angelegt wird, ist eine Gefährdung der Pulpa durchaus zu befürchten, da gerade von der palatinalen Konkavität der relativ kürzeste Weg zur Pulpa führt. Die von A. Loos angegebene Präparation, wie sie Engel in seinem Buch wiedergibt, für stark abgekaute Zähne mit ungenügendem Reizdentinansatz wird den Verhältnissen nicht in der notwendigen Weise gerecht. Es ist nicht festzustellen, ob bei dieser Art nur der Schneidenschutz angebracht wird und die Querrille wegfällt oder nicht. Auf jeden Fall müßte sie wegbleiben, da sie die Pulpa auf dem direkten Wege erreichen würde und die palatinale Aussparung müßte unmittelbar am Schneidenschutz beginnen, denn weiter cervical palatinal, also am Tuberkulum, ist auch bei abgekauten Zähnen das parapulpäre Stiftchen anzubringen. Bei stark abgekauten Zähnen könnte man daran denken, die Rillen auf die Wurzel heraufzupräparieren, sofern sie freiliegt, aber gerade dazu, falls diese Möglichkeit bei Schneidezähnen überhaupt in Frage kommt, ist eine erhebliche Verkleinerung des Pulparaumes Voraussetzung. Die Konstruktion, die am meisten auf die Pulpa Rücksicht nimmt, ist die 4/5-Krone, da bei dieser die Längsrillen an die mesio- bezw. distolabiale Kante kommen, wo relativ große Abstände von der Pulpa liegen. Vom kosmetischen Gesichtspunkt ist diese Krone aber, wie schon weiter oben gesagt, keine ideale Lösung. Im ganzen ist also von den Modifikationen zu sagen, daß sie, falls sie merklich von der Engel'schen oder Rank'schen bezw. der Kombinierung der Konstruktionen abweichen, entweder bezüglich der Verankerung oder Lebenderhaltung der Pulpa oder der Kosmetik unzulänglich sind.

Es ist nur selbstverständlich, daß die Anwendungsmöglichkeit der Teilkrone, die bei oberen mittleren Schneidezähnen nur für eine geringe Anzahl besteht, sich für obere seitliche ganz erheblich einschränkt, wenn sie überhaupt noch besteht. Auch im besten Falle weisen obere seitliche Schneidezähne nicht die Mindestmaße auf, die für die Applikation einer Teilkrone als Brückenanker vorausgesetzt werden müssen, wenn Verankerung am Zahn und Stabilität des Materials gewährleistet sein sollen. Als nachteilig ist ferner zu erwähnen, daß entsprechend der anatomischen Form dieser Zahngruppe die distale Approximalkante bezw. -Rille meist kürzer ist als die mesiale, d. h. praktisch zu kurz. Selbst in den günstigsten Fällen erlauben obere seitliche Schneidezähne nur die Anferti-

gung einer den geringeren Dimensionen entsprechend proportionierte Teilkrone, wie sie als modifiziertes Inlay gedacht ist, die hinsichtlich der Verankerung sowie der Rillen- und Metallmantelstärke als Einzelkrone ausreichen kann, als Brückenanker aber sicher nicht den Anforderungen entspricht. Ob eine derartige Krone im Verband einer Schiene innerhalb der die Beanspruchung unter Umständen geringer ist als bei einer Brücke, möglich ist, muß dahingestellt bleiben. Ein Aufbiegen dürfte naheliegen.

Da ein zweckmäßiges Zuschleifen eines oberen seitlichen Schneidezahnes für eine als Brückenanker dimensionierte Teilkrone kaum in Betracht kommen kann, erübrigt sich auch die dementsprechende Erörterung der topographischen Verhältnisse der Pulpa. Bei der den Größenverhältnissen dieser Zähne angepaßten Krone sind die Beziehungen ähnlich denen der oberen mittleren Schneidezähne. Teilweise ist also mit der Gefährdung des mesialen Pulpadivertikels zu rechnen, teils mit reichlichem Sekundärdentin, teils besteht, da bei dieser Zahngruppe die Pulpaform sehr variabel ist, ein günstiges Moment darin, daß trotz breiter Kronenform nicht eine breite, dreizipfelige sondern eine kolbenförmige oder einzipflige Pulpa vorhanden ist.

Die Möglichkeiten sind bei unteren Schneidezähnen keine besseren. Wenn auch die Formverhältnisse dieser Zahngattung z. T. recht günstig sind, so ist selbst bei Überschreitung der Durchschnittsgröße eine Teilkrone als Brückenanker nicht denkbar, vor allem, weil ebenso wie bei oberen seitlichen Schneidezähnen bei dem mit Rücksicht auf genügende Metallstärke — besonders proximal — notwendigen Beschleifen der restliche Dentinkern kaum jemals zur Verankerung genügen kann. Die Mindestlänge der seitlichen Rillen zu erreichen, ist ziemlich ausgeschlossen. Dabei würde die Zahnkrone bis zur Bruchgefahr geschwächt werden und die Eröffnung der Pulpa unvermeidlich sein, wenn letztere nicht bis in die Wurzel retrahiert ist. Es kommt für solche Zähne nur eine Krone in Frage mit feineren Rillen — man braucht sie nicht ganz wegzulassen, wie R a n k es empfiehlt — und schwächer gehaltenem Metallmantel. Für „gracilere" untere Schneidezähne ist auch diese Halbkrone unmöglich, im Gegensatz zu anderen Darstellungen. Ob die reduzierte Metallstärke bei einer Schienung genügen könnte, bei der die Belastung relativ geringer und gleichmäßiger verteilt ist als bei einer Brücke, ist fraglich, da schon bei mäßiger Lockerung der Zähne das Material bei

Beanspruchung federn würde und ein Loshebeln der Schiene zu erwarten wäre. Man könnte daran denken, trotz geringen Beschleifens der Zähne dem Metall genügende Stärke zu geben. Es dürfte aber Schwierigkeiten machen, dieses unterzubringen. Abgesehen davon ist die Rillenlänge noch ein Problem.

Untere Incisivi, bei denen eine Teilkrone als modifiziertes Inlay möglich ist, das aber als Brückenanker wie gesagt nicht in Betracht kommt, haben relativ große und kräftige natürliche Kronen. Die Hartsubstanzwände sind proximal stark genug, um eine Gefährdung der Pulpa auszuschließen. Für die Präparation an der Schneidekante ist Voraussetzung, daß die Pulpa bei den reduzierten Maßen wenigstens 2 mm unterhalb der Kante liegt. Das ist nicht immer der Fall, da untere Incisivi häufig stark abgekaut sind. Günstiger werden die Bedingungen, wenn man die Querrille oder das Stiftchen wegläßt, was auch bei oberen seitlichen Schneidezähnen zulässig ist. Dies darf aber nicht zu der Annahme verleiten, daß auch da die Teilkrone anwendbar ist, wo an sich keine Querrille anzulegen ist (vergl. Abb. 1).

Wie allgemein bekannt, kommen Eckzähne in erster Linie für die Anwendung der Teilkrone als Brückenanker in Frage, da sie am ehesten den Voraussetzungen entsprechen. Ausreichende Größe, kompakte Form, starke Substanzwände, verhältnismäßig kleines Pulpenkavum und relative Kariesimmunität sind Eigenschaften, die bei einer ganzen Reihe von Eckzähnen vorzufinden sind und zwar, was wesentlich ist, jeweils bei ein und demselben Zahn gleichzeitig vereinigt. Dazu zählt aber durchaus nicht die Mehrzahl der Eckzähne, diese Einschränkung muß unbedingt gemacht werden, besonders hinsichtlich der Form bezw. Größe. Gerade bei oberen Eckzähnen sind die Formverhältnisse nicht die günstigsten. Denn auch bei ihnen kann ebenso wie bei oberen Schneidezähnen gewöhnlich von einer Approximal-„fläche" kaum gesprochen werden. Ferner ist die in buccocervicaler Richtung laufende Verjüngung der Zahnkrone und auch die in Abb. 1 gezeigte Krümmung der Labialfläche teilweise sehr stark ausgeprägt. Damit ergeben sich auch ähnliche Schwierigkeiten für die Länge der seitlichen Rillen. Ferner scheinen palatinal dachförmige obere Eckzähne wenig geeignet, da die für die Verankerung heranzuziehende Partien flachen oder schaufelförmigen Zähnen entsprechen, die palatinalen Wände der Rillen also sehr kurz bleiben. Ob das incisale Stiftchen oder die nach mesial und distal seicht ver-

laufende Querrille, die bei der kräftigen Kauspitze anzubringen sind, die mangelhafte Verankerung ausgleichen können, läßt sich nicht ohne weiteres beurteilen.

Wenn man annimmt, daß die der Eckzahnform entsprechende, voll ausgezogene, d. h. in die mesiale und distale Rille übergehende Querrille eine gewisse Verlängerung der Rillen, also eine Verbesserung der Verankerung darstellt, so ist dieser Annahme nur mit Vorsicht zuzustimmen. Im allgemeinen bedeutet diese Formbesonderheit in Bezug auf die Halbkrone eine Verkürzung der seitlichen Rillen, deren unzureichende Länge durch diese Querrille in den wenigsten Fällen kompensiert werden kann. Auch das Stiftchen am Tuberkulum kann kein Ausgleich sein. Aber gerade bei der Beanspruchung eines Brückenankers am Eckzahn muß ja besonderes Gewicht auf gute Verankerung gelegt werden. Günstiger werden die Bedingungen, wenn obere Eckzähne in der Form den kompakten unteren nahekommen, aber auch dann werden bei der Konturierung oberer Canini die approximalen Rillen fast durchweg parallel zur Achse des Zahnes laufen müssen.

Bei den unteren Eckzähnen ist als besonderer Vorteil der Form zu verzeichnen, daß sie z. T. Approximalflächen haben, die mehr oder weniger plan sind und ziemlich parallel zueinander liegen. Erst durch die Approximalflächen bezw. den entsprechenden Querschnitt der Krone ist der Spielraum gegeben, der es ermöglicht, die Rillen parallel zur Labialfläche also in einem merklichen Winkel zur Zahnachse anzulegen und damit gegenüber parallel zur Achse laufenden Rillen tatsächlich eine größere Länge zu erzielen, d. h. die Mindestlänge wird eher erreicht, teilweise sogar übertroffen. Im ganzen betrachtet, entsprechen untere Eckzähne am meisten der Form und den Bedingungen, die für die Präparation nach E n g e l Voraussetzungen sind.

Die topographischen Beziehungen von Kronenoberfläche zur Pulpa zeigen bei oberen und unteren Eckzähnen keine besonderen Unterschiede, die hier von Belang wären, weshalb beide Zahngruppen gleichzeitig behandelt und dargestellt werden können (Abb. 5). Die Pulpaspitze hat eine beträchtliche Entfernung von der Kauspitze, durchschnittlich 5 mm. Der kürzeste Weg geht auch hier von der oralen Konkavität aus. Eine bedeutende Substanzdicke ist am Tuberkulum vorhanden. In mesio-distaler Richtung ist die Pulpa flach und läuft spitz zu, bei oberen Eckzähnen hat sie bei ausladender Kontur eine minimale ampullenartige Erweiterung im Kronenabschnitt. Die Breite der Pulpa macht etwa 1/5 des mesio-distalen Durch-

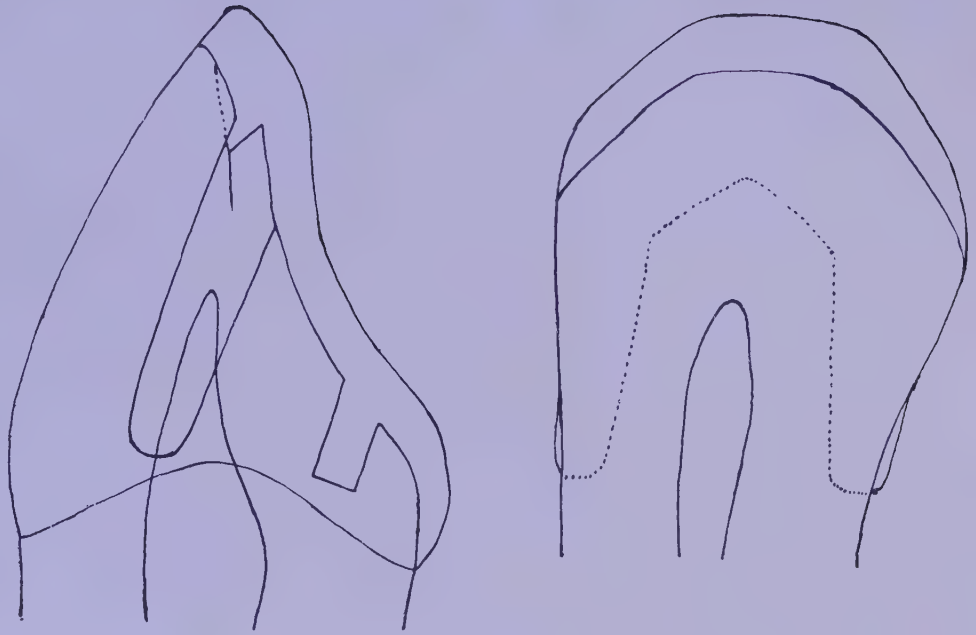

Abb. 5.

messers am Zahnhals aus. Die Maße der Dentinwände und Pulpa verhalten sich wie 1,9 : 1 : 2,2 mm, wobei die mesiale Wand die schwächere ist, im Minimum 1,7 mm hat.

Wenn man eine durchschnittliche Ausdehnung der Pulpa annimmt, damit kann man bei Eckzähnen schon eher als bei oberen mittleren Schneidezähnen rechnen, so kann, Form und Maße vorausgesetzt, eine Läsion der Pulpa kaum vorkommen. Der Abstand der Querrille dementsprechend der des Stiftchens zeigt Werte von 1,1—3,4 mm und hat einen Durchschnitt von 2 mm. Dabei sind nicht nur abgekaute Zähne mit variierendem Sekundärdentinansatz einbegriffen, sondern auch solche mit fehlender oder minimaler Abkauung, bei denen soweit möglich, eine stärkere Kürzung vorzunehmen ist, um eine genügend breite Kante für die Querrille zu erhalten. Daß die Pulpa in der palatinalen Seite erreicht werden kann, ist ebensowenig möglich, da der Schmelz immerhin 0,5 mm Dicke hat, die kürzeste Entfernung zur Pulpa nach Abtragen desselben noch 1 mm beträgt. Die am Tuberkulum vorhandene Substanzstärke erlaubt ohne Bedenken ein Stiftchen von 0,6—0,8 mm Stärke und 1—1,5 mm Länge zu versenken, auch in Richtung schräg zur Achse verlaufender Rillen, sofern man keine stärkere Stufe im Dentin anlegt. Die schlanke Form der Pulpa und die Stärke der proximalen Zahnwände schließen eine Gefährdung der Pulpa bei leicht konvergierenden Rillen geradezu aus, wie Abb. 5 veranschaulicht. Auch bei einer cervicalen Stufe im Dentin oder falls die Rillen bei stark abgekauten Eckzähnen 1—2 mm in die etwa freiliegende Wurzel präpariert werden, kann die Pulpa kaum verletzt werden.

Von den Modifikationen ist hier das gleiche zu sagen, wie bei oberen mittleren Schneidezähnen. Sie kommen auch für Eckzähne kaum in Betracht. Im günstigsten Falle ist die L o o s'sche Art anwendbar. Dann muß die Querrille aber weit nach labial verlegt werden oder wegfallen, die palatinale Aussparung ganz occlusal an den Schneidenschutz herankommen und die Längsrillen bis in die Wurzel reichen.

Wenn auch die Anwendung der Dreiviertelkrone an Prämolaren umstritten ist, einmal weil die Verankerung der höheren Beanspruchung im rückwärtigen Abschnitt der Zahnreihen nicht genügen soll, andererseits das etwa sichtbar werdende Metall einer Vollkrone im Seitenabschnitt weniger auffällt als in der Front, so sind doch die Fälle häufig genug, in denen die Prämolaren vor allem die oberen in ganzer Größe sichtbar

sind und im Bedarfsfall der Wunsch besteht, einen Ersatz anzuwenden, der auch kosmetisch voll befriedigt. Die Erörterung der Anwendungsmöglichkeit der Teilkrone bei Prämolaren ist also durchaus berechtigt.

Obere Prämolaren weisen recht günstige Formverhältnisse auf, die die Indikationsstellung kaum einschränken werden, sondern die einwandfreie Präparation, abgesehen von nebenherlaufenden Schwierigkeiten, ohne weiteres durchführen lassen. Nur die Höhe und zwar von der proximalen Schmelzzementgrenze bis zur Fissur ist für die Rillen, die auch hier 4 mm lang sein müssen, sehr oft nicht gegeben, wenn sie auch teils überschritten wird. Die Verankerung kann auf keinen Fall bei einwandfreiem Sitz als unzulänglich bezeichnet werden, sie scheint vielmehr kaum hinter der einer Vollkrone zurückzustehen.

Die Topographie der Dreiviertelkrone zur Pulpa ist ebenfalls sehr günstig (Abb. 6). Den Schneide- und Eckzähnen entsprechend ist die Substanzdecke auf der Palatinalseite des buccalen Höckers am schwächsten, sie ist aber trotzdem relativ stark. Das palatinale Pulpahorn bleibt auch bei gleicher Höhe der Höcker immer etwas zurück. Im mesio-distalen Schnitt reicht die Pulpa bzw. die der Fissur entsprechende Einziehung derselben nur wenig über die proximale Schmelzzementgrenze hinaus. Nun haben Prämolaren sehr starke Substanzwände. Allein die Schmelzschicht hat oft eine Dicke von 1 mm und mehr, so daß sie stellenweise gar nicht vollständig abgetragen werden kann, wenn der Verankerungskern nicht zu klein werden soll. Da die verbleibende Schmelzlage aber in breiter Fläche aufliegt und nicht spröde Kanten bildet wie etwa bei Schneide- oder Eckzähnen, ist ein Abplatzen kaum zu befürchten.

Daß das buccale Pulpahorn von der Höckerspitze aus durch das R a n k'sche Stiftchen von 1,5 mm Länge verletzt werden kann, ist ziemlich ausgeschlossen, denn die Dentinschicht allein ist noch 3—5 mm stark. Die Querrille in der Fissur kommt zwar dem buccalen Pulpendivertikel am nächsten, behält aber einen Abstand von mindestens 1 mm. Die Approximalrillen könnten die Pulpa nur mit den cervicalen Enden treffen, da sie aber in mesio-distaler Richtung analog der Zahnform sehr flach ist bzw. die Dentinwände durchschnittlich 2 mm stark sind, wovon ohne Bedenken bis zu 1 mm für die Rillen herausgefräst werden kann, wird sie kaum erreicht werden. Bei der relativ beträchtlichen Hartsubstanzstärke bei oberen Prämolaren ist also an eine Gefährdung der Pulpa nicht zu denken, auch nicht

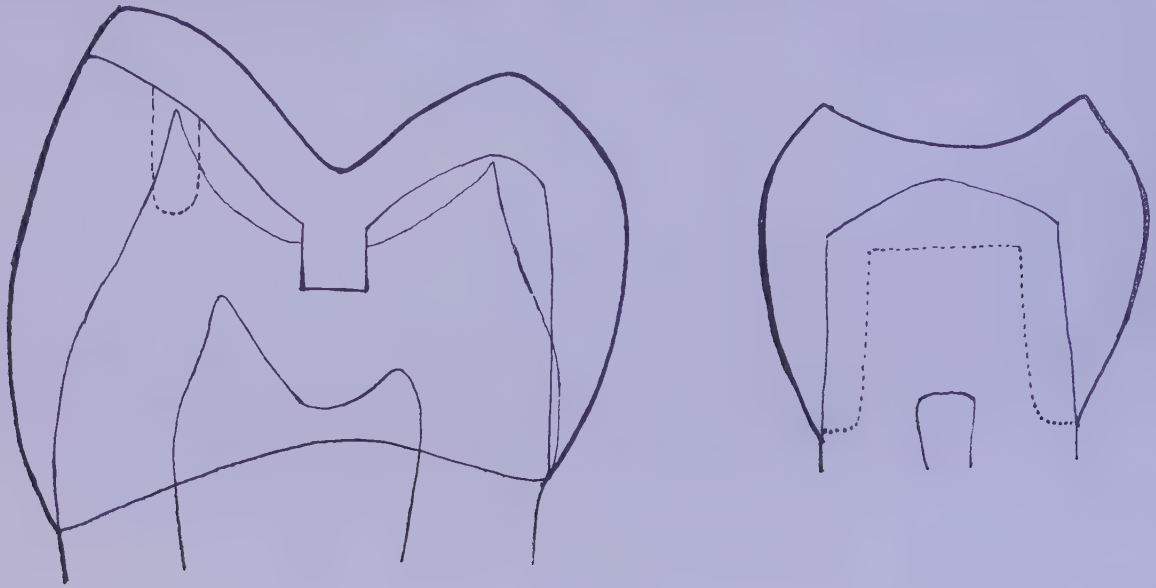

Abb. 6.

bei abgekauten, bei denen man immer mit geringer aber auch ausreichender Reizdentinbildung rechnen kann.

Die unteren Prämolaren weisen wiederum weniger günstige Verhältnisse auf. Wenn man von der Annahme ausgeht, daß untere Prämolarenkronen eine kubische Grundform haben, können die Verankerungsmöglichkeiten an sich als günstig bezeichnet werden. Es gibt aber eine nicht geringe Zahl von unteren Prämolaren, von denen man behaupten kann, daß die Grundform eher eine Kugel als ein Kubus ist. Dementsprechend sind auch die Voraussetzungen für die Präparation bzw. Verankerung unter Berücksichtigung der Kosmetik ungünstiger. Von den unteren ersten Prämolaren, die je nach Ausbildung des lingualen Höckers mehr oder weniger Eckzahnform haben können, ist zu sagen, daß sie meist nicht die entsprechend hohen Zahnkronen haben. Überhaupt fehlt der Mehrzahl unterer, auch zweiter Prämolaren die notwendige Kronenhöhe. Ferner wirkt sich die mehr oder weniger starke Krümmung der Proximalflächen und der Labialfläche entsprechend dem runden Querschnitt dieser Zähne sowie die Kronenflucht in bezug auf die Verankerung bzw. das Anlegen der seitlichen Rillen nachteilig aus. Bei den eckzahnähnlichen läßt sich nur selten die vorteilhafte typische Eckzahnpräparation ausführen. Bei den übrigen unteren Prämolaren ist der Verankerungskern im Durchschnitt zu knapp, die Längsrillen, die fast ausschließlich parallel zur Zahnachse laufen müssen, kommen zu weit nach lingual etwa in Fortsetzung der Fissur, so daß ein Abdrehen der Halbkrone um die Längsachse zu erwarten ist. Dies wäre zu vermeiden, wenn die Längsrillen unter Zerstörung der Kontur weiter nach labial verlegt würden. Wenn aber der kosmetische Effekt schon nicht gewahrt bleibt, dann ist gerade bei unteren Prämolaren gegen die Anwendung der Vollkrone kaum etwas einzuwenden.

Auch für untere Prämolaren ist Bedingung, daß die lingualen Wände der Längsrillen mindestens 4 mm lang sein müssen und so angelegt werden können, daß der Zahn gut gefaßt wird. Erfüllen die Zähne diese Voraussetzungen, dann ist bei den relativ starken Substanzschichten analog den oberen Prämolaren kaum mit einer Verletzung der Pulpa zu rechnen. Da die Formvarianten zwischen eckzahnähnlichen ersten Prämolaren und zwei- und dreihöckrigen zweiten Prämolaren sehr zahlreich sind, ist von Fall zu Fall zu entscheiden, welche Präparation die geeignetste ist, ob die R a n k'sche mit ein oder zwei Stiftchen oder die E n g e l'sche für Eckzähne oder obere Prämolaren.

Für eckzahnähnliche erste Prämolaren gelten annähernd dieselben Beziehungen von Teilkrone zu Pulpa wie bei Eckzähnen, da die Pulpa ziemlich die entsprechende Form hat. Im übrigen zeigen die verschiedenen Präparationen bezüglich der Topographie der Pulpa keine wesentlichen Unterschiede. Sowohl das Stiftchen als auch die occlusale Querrille über den buccalen Höcker kommen der Pulpa gleich nahe. Die Entfernungen schwanken zwischen 1,1 und 1,8 mm und betragen im Durchschnitt 1,6 mm. Die Abstände von der buccalen Rinne der fissuralen Querrille zum buccalen Pulpahorn sind annähernd dieselben, nämlich 0,9—2,2 mm, im Mittel 1,7 mm. Es ist also gleichgültig in bezug auf die Pulpa, welche Art von Querrille angewandt wird, nur ist bei der in der Fissur Vorsicht geboten, da die linguale Wand oft unzureichende Retension bietet. In mesiodistaler Richtung hat die Pulpa etwa die Ausdehnung wie Abb. 7 wiedergibt, d. h. sie ragt nur wenig über die proximale Schmelzzementgrenze hinaus nach occlusal und ihre Breite beträgt weniger als $\frac{1}{3}$ der Zahnhalsbreite. Die Proximalwände sind im Durchschnitt 1,6—1,8 mm stark, sodaß bei 1 mm tiefen Rillen 0,6—0,8 mm Abstand von der Pulpa besteht. Auch hier ist also die Feststellung zu machen, daß die Gefährdung der Pulpa, rein topographisch gesehen, keine Kontraindikation abgibt, sondern Form- und Größenverhältnisse entscheidend sind.

Zum Schluß soll noch einiges über die technische Seite, d. h. über die direkte und indirekte Herstellungsmethode gesagt werden. Es ist selbstverständlich, daß die an extrahierten Zähnen direkt modellierten Kronen in Sitz und Randschluß die besten Ergebnisse liefern müssen. Mit dem indirekten Verfahren sind die Ergebnisse auch am extrahierten Zahn, also phantommäßig, schon nicht mehr in allen Fällen einwandfrei. Die Hauptfehlerquelle liegt da erklärlicherweise im Herstellungsgang über den Abdruck. Wenn der Abdruckring auch labial ausgeschnitten wird, so muß er doch über die proximal ausladenden Konturen reichen, damit die Grenze von beschliffenem Teil zur unbeschliffenen Vestibularfläche erkennbar wird. Die Folge ist, daß der Ring in den meisten Fällen proximalcervical absteht und zwar desto mehr, je stärker die Konturen ausladen, z. B. bei oberen Eckzähnen. Unvermeidlich ist dabei, daß Abdruckmasse in die untersichgehenden Stellen quillt und daß sich der Abdruck beim Abnehmen verzieht. Trotzdem die dadurch entstehenden Fehler gering sind, genügen sie meist schon bei einer Halbkrone, um sie unbrauchbar zu

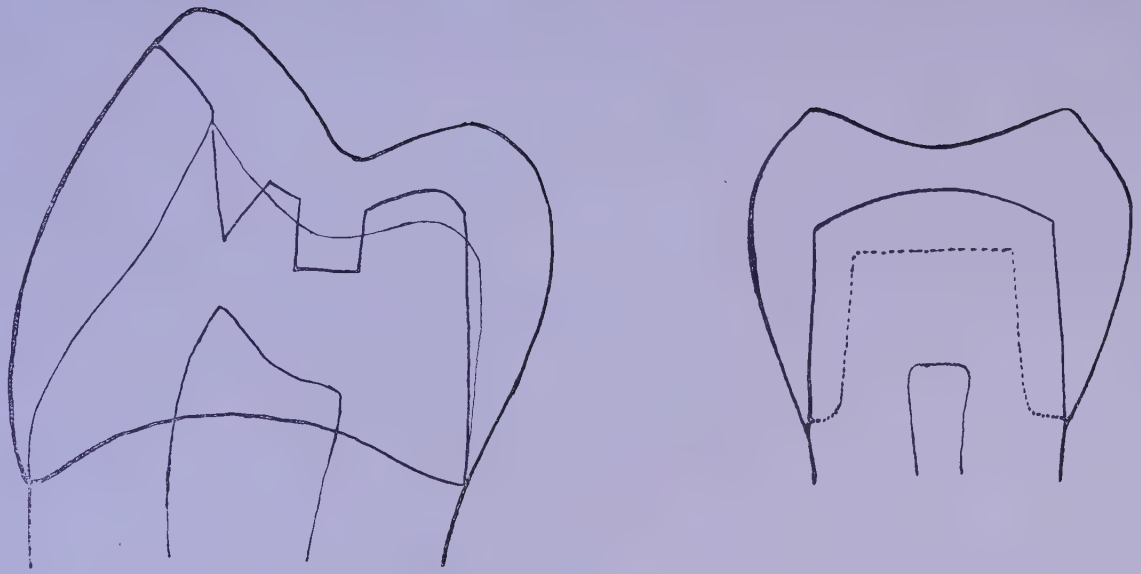

Abb. 7.

machen. Nicht nur der Randschluß ist mangelhaft, sondern auch der Sitz, da schon bei minimaler Dehnung des Abdrucks die Halbkrone in den cervicalen Rillenenden nicht festsitzt. Derartige Fehler lassen sich durch Aufprobieren und Nachmodellieren des Wachsmodells am Zahn selbst, also durch die indirekt-direkte Methode korrigieren. Ob dieses Verfahren aber, im Munde des Patienten ausgeführt, gegenüber dem direkten vorteilhafter ist, muß dahingestellt bleiben. Bei der Stiftchenmethode ist es kaum anzunehmen. Andererseits ist es beim direkten Modellieren unmöglich, das Wachs nötigenfalls unter das Zahnfleisch zu bringen, wenn es nicht durch eine Kappe mit Guttapercha abgedrängt ist.

Ein wesentlicher Punkt ist auch die Behandlung des Wachsmodells. Das gebräuchliche Blauwachs hat ja auch die unangenehme Eigenschaft, beim Übergang vom flüssigen in den festen Zustand zu kontrahieren. Wenn dies auch relativ langsam vor sich geht, so ist doch die Folge, daß beim Auftragen in kleinen Portionen Spannungen auftreten und das Wachsmodell sich nach Abnehmen vom Modell und etwaigem längeren Abkühlen sowohl wirft als auch kontrahiert. Daß dann eine gegossene Krone unter Umständen schlecht sitzt oder sich gar nicht aufpassen läßt, ist nicht zu verwundern. Selbst wenn nur eine Contraktion des Wachses eintritt, läßt sich die Halbkrone nicht vollständig aufsetzen oder sie biegt sich bei gewaltsamen Auftreiben cervical auf. Erklärt werden muß dies damit, daß durch das Expansionsgußverfahren unter günstigsten Bedingungen wohl die Contraktion des Metalls kompensiert wird, dagegen kaum mehr die des Wachses.

Die angefertigten Kronen sind größtenteils in Randolfmetall gegossen worden, teilweise wurde das speziell für Halbkronen in Betracht kommende Platingold ausprobiert. Ferner wurde auch Goldpalliag verwandt, das bei oberen Prämolaren und teils auch bei Eckzähnen eine Materialstärke erreicht, die allen Anforderungen gewachsen erscheint, Platingold also evtl. entbehrlich macht. Die genannten Legierungen liefern, sorgfältige Anfertigung vorausgesetzt, gleich gute, brauchbare Resultate.

Da die Bedingungen für beide Präparationen bezüglich der Form und Größe der Zähne praktisch dieselben sind, wird man der Engel'schen Konstruktion wegen der größeren Stabilität der Krone den Vorzug geben, wenn auch bei Schneide- und Eckzähnen die Längsrillen und die Querrille nicht immer vollständig ineinander übergehen, sondern z. T. um halbe Rillenstärke nach oral versetzt sind. Auch aus Gründen der Prophy-

laxe wird man möglichst nach Engel präparieren, da die Längsrillen bzw. deren Enden weit nach labial reichen und damit kariesprophylaktisch als vorteilhaft gelten müssen. Diesem Gesichtspunkt entspricht die Präparation allerdings nicht gänzlich, wenn der cervicale Rand der Teilkrone über oder gerade an der Gingiva abschließt. Andererseits ist die unter dem Zahnfleisch endende Krone zwar eher kariesverhütend, begünstigt dafür aber die marginale Parodontitis bzw. eine Parodontose.

Nicht unerwähnt soll bleiben, daß Kariesneigung oder Disparallelität der Pfeiler die Indikation für die Halbkrone in Frage stellen können, da die Prophylaxe vernachlässigt würde, bzw. die Richtung der Halbkrone bzw. der Rillen von vornherein festliegt und kaum nach den übrigen Pfeilern ausgerichtet werden kann.

Die Untersuchungen haben ergeben, daß die Anwendungsmöglichkeit der Teilkrone als Brückenanker in entscheidendem Maße von den Form- und Größenverhältnissen der Zahnkronen abhängig ist, wenn eine einwandfreie Verankerung und Stabilität der Krone gewährleistet und die Kosmetik genügend berücksichtigt sein soll, die Gefährdung der Pulpa dagegen eine untergeordnete Rolle spielt.

Die Bedingungen, die an Größen- und vor allem Formverhältnisse zugleich gestellt werden müssen, sind bei oberen mittleren Schneidezähnen nur in einer geringen Zahl von Fällen gegeben. Eine Läsion der Pulpa durch die Präparation ist bei dieser Zahngattung theoretisch immer möglich, praktisch aber bei der zum Teil enormen Sekundärdentinbildung kaum anzunehmen. Zur Sicherung dieser Annahme ist bei diesen Zähnen aber ein Röntgenbild nicht zu entbehren. Für obere seitliche und untere Schneidezähne kommen Teilkronen als Brückenanker nicht in Betracht, da die Dimensionen, die für die Verankerung unter Berücksichtigung der Materialstärke Voraussetzung sind, auch im günstigsten Falle kaum erreicht werden. Immerhin beachtenswert dürfte die Anzahl oberer und unterer Eckzähne sein, deren Form und Größe es ermöglichen, Teilkronen als Brückenanker anzuwenden, von denen ein Dauererfolg erwartet werden kann. Bei den relativ starken Hartsubstanzwänden bzw. dem relativ kleinen Pulparaum ist eine Gefährdung der Pulpa kaum möglich. Die oberen Prämolaren haben bei nicht zu tief gehender Fissur neben unteren Eckzähnen die günstigste Form bezüglich der Verankerung, häufig fehlt aber die notwendige Höhe der Zahnkrone. Bei den unteren Prämolaren liegen die Verhältnisse wiederum weniger

günstig. An eine Gefährdung der Pulpa ist bei der enormen Dicke des Schmelzes und Dentins bei dieser Zahngattung kaum zu denken.

Von den Präparationsmethoden bleiben die Engel'sche und Rank'sche bzw. entsprechende Kombinierungen grundlegend. Modifikationen, die merkliche Abweichungen aufweisen, werden, wenn überhaupt, nur in den seltensten Fällen den Anforderungen genügen.

Am Schluß meiner Arbeit spreche ich Herrn Professor Dr. Greve für die Zuweisung des Themas und die Übernahme des Referates meinen ergebensten Dank aus.

## Literatur.


Doxtater: Kronen- und Brückenarbeiten. Berlin-Wien 1933.

Engel: Die Dreiviertelkrone. Wien 1933.

Kirsten: Kronenersatz. Leipzig 1936.

Klughardt: Brückenarbeiten. Fortschr. d. Zahnheilk. 1931.

R. Loos: Topographie der Pulpahöhle mit Rücksicht auf die Präparation der Kavität. Öst. ung. Viertelj. Schr. f. Zhlk. Januar 1909.

Mathé: Die Dreiviertelkrone. Zeitschr. f. Stom. 1933, H. 20.

Rank: Die Halbkrone und ihre Verwendung als Brückenpfeiler. Berlin 1922.

Wiegandt: Aus der Praxis der Kronen- und Brückenarbeiten. D. Z. W. 1935, H. 20.

Ziebe: Prinzipielle Fragen bei der Bewertung von Halbkronen. Z. R. 1931, H. 33.

## Lebenslauf.

Ich wurde am 10. Januar 1913 als Sohn des im Weltkrieg gefallenen Malermeisters August Frey und dessen Ehefrau Emma geb. Blume zu Kattowitz geboren. Dortselbst besuchte ich bis zur Abtretung an Polen 1922 die Mittelschule, darauf die gleiche Anstalt in Kottbus. Ostern 1925 trat ich in das Reform-Realgymnasium zu Kottbus ein, wo ich 1933 die Reifeprüfung ablegte. Anschließend ließ ich mich an der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau für Zahnheilkunde immatrikulieren und erwarb im Dezember 1936 die Approbation als Zahnarzt.

Ich bin Reichsdeutscher und arischer Abstammung.

Friedrich Frey.